



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การเลี้ยงลูกปลานิลด้วยไข่น้ำร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปปลา
ในบ่อวงซีเมนต์เพื่อช่วยลดต้นทุนค่าอาหารปลา

**Tilapia Fingerling Rearing in Circle Cement Pond by Combined
Feeding with Water Meal and Commercial Diet to Reduce
Feed Cost**

ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์ และคณะ

วิชาเอกการจัดการการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2560

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การเลี้ยงลูกปลานิลด้วยไข่น้ำร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปปลา
ในบ่อวงซีเมนต์เพื่อช่วยลดต้นทุนค่าอาหารปลา

**Tilapia Fingerling Rearing in Circle Cement Pond by Combined
Feeding with Water Meal and Commercial Diet to Reduce
Feed Cost**

ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์

วิชาเอกการจัดการการเกษตร
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและ
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

พรทิสาทองสนิทกาญจน์

วิชาเอกการจัดการการเกษตร
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและ
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนโดยงบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาโดยผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการ
บริหารงานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2560

(ก)

ชื่องานวิจัย	การเลี้ยงลูกปลานิลด้วยไข่น้ำร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปปลา ในบ่อวงซีเมนต์เพื่อช่วยลดต้นทุนค่าอาหารปลา Tilapia fingerling rearing in circle cement pond by combined feeding with water meal and commercial diet to reduce feed cost
ผู้วิจัย	ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์
ผู้ร่วมวิจัย	พรทิสา ทองสนิทกาญจน์
สาขาวิชา	การจัดการการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2561

บทคัดย่อ

การศึกษาการเจริญเติบโตของลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วยไข่น้ำร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปในสัดส่วนที่แตกต่างกันประกอบด้วย 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ แบ่งเป็นการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับไข่น้ำอบแห้งในสัดส่วน 100:0 (ชุดควบคุม), 70:30, 50:50, 30:70 และ 0:100 โดยทำการเลี้ยงลูกปลานิลเป็นระยะเวลา 75 วัน ในบ่อวงซีเมนต์ขนาด 0.15 ลูกบาศก์เมตร อัตราความหนาแน่น 50 ตัวต่อบ่อ ผลการทดลองพบว่า ลูกปลาในทุกชุดการทดลองมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยลูกปลานิลที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปร้อยละ 100 (ชุดควบคุม) มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) มีค่าเท่ากับ 11.36 ± 1.15 กรัม 10.54 ± 1.15 กรัม 0.14 ± 0.01 กรัม/วัน และ 3.54 ± 0.14 %/วัน ตามลำดับ ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ พบว่า ลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปร้อยละ 100 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุดที่มีค่าเท่ากับ 1.61 ± 0.18 แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับไข่น้ำอบแห้งที่สัดส่วน 70:30 และ 50:50 (2.21 ± 0.58 และ 2.31 ± 0.05 ตามลำดับ) อัตราการรอดตายของลูกปลานิลในแต่ละชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ไข่น้ำอบแห้งอาจไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นอาหารปลาโดยตรง แต่อย่างไรก็ตามการให้ไข่น้ำอบแห้งทำให้ปลามีการสะสมไขมันในร่างกายต่ำกว่าปลาที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปร้อยละ 100 นอกจากนั้นส่งผลให้มีการสะสมโปรตีนในร่างกายสูง การเลี้ยงลูกปลานิลเพื่อช่วยลดต้นทุนค่าอาหารปลาโดยใช้ไข่น้ำอบแห้งที่คุ้มค่าที่สุด คือ การเลี้ยงโดยใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับไข่น้ำ

(ข)

อบแห้งในสัดส่วน 70:30 ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนค่าอาหารปลาได้ 12.6% และมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ให้อาหารเม็ดร้อยละ 100

คำสำคัญ : ไข่น้ำ, ผำ, สัดส่วนที่เหมาะสม, ปลานิล, อาหารเม็ดสำเร็จรูป

Research Title	Tilapia fingerling rearing in circle cement pond by combined feeding with water meal and commercial diet to reduce feed cost
Project Leader/Researcher	Nuttarin Sirirustananun
Co-Researcher	Porntisa Thongsanitkan
Major	Agricultural management, faculty of agricultural and industrial technology, Phetchabun Rajabhat University

ABSTRACT

Studying the growth performances of tilapia fingerlings fed with different proportion of dried water meal and commercial diet was carried out. The experiment consisted of 5 treatments and 3 replications that produced in 0.15 m³ circle cement pond (50 fingerlings per unit). Fingerlings were fed commercial diet (CD) combined with dried water meal (DWM) at 100:0 (control treatment), 70:30, 50:50, 30:70 and 0:100 for 75 days. The results indicated that fish gradually grew throughout the experimental period. The average final weight, average weight gain, average daily growth and specific growth rate of fish fed with 100:0 of CD and DWM showed significantly higher ($p<0.05$) than other treatments (11.36 ± 1.15 g, 10.54 ± 1.15 g, 0.14 ± 0.01 g day⁻¹ and 3.54 ± 0.14 % day⁻¹ respectively). In the parts of FCR, fish were fed 100:0 of CD and DWM showed significantly lower ($p<0.05$) than other treatments (1.61 ± 0.18) but no significant difference when compared with 70:30 and 50:50 of CD and DWM feeding (2.21 ± 0.58 and 2.31 ± 0.05 respectively). The survival rate of fish were no significant difference ($p>0.05$) when compared between treatments. DWM might not be suitable for direct feeding however its advantages could make fat accumulation in fish body lower than fish fed with 100% of CD and revealed high protein level in their body. The combined feeding between CD and DWM at 70:30 could reduce feed cost about 16.2% and showed no contrast of FCR when compared with 100% CD feeding that is the best choice for DWM utilization.

Keywords: *Wolffia*, water meal, appropriate proportion, tilapia, commercial diet

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การเลี้ยงลูกปลานิลด้วยไข่น้ำร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปปลาคุกในบ่อวงซีเมนต์เพื่อช่วยลดต้นทุนค่าอาหารปลาได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับคำแนะนำต่างๆ จากผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการทำงานวิจัย และความร่วมมือช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ สนับสนุน และช่วยเหลือจนงานวิจัยบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ และขอขอบคุณคนใกล้ชิดทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจให้

ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์

21 กุมภาพันธ์ 2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ของการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ปลานิล	4
2.2 แหล่งของอาหารสำหรับสัตว์น้ำ	7
2.3 ไข่ปลา	8
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	11
3.1 การปรับสภาพสัตว์ทดลอง	11
3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง	11
3.3 การคำนวณ และการวิเคราะห์ทางสถิติ	12
บทที่ 4 ผลการวิจัย	13
4.1 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์ทดลอง	13
4.2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	15
4.3 อัตราการรอดตาย	16
4.4 คุณค่าทางโภชนาการของไข่ปลา และสัตว์ทดลอง	16
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	18
5.1 สรุปผลการวิจัย	18
5.2 อภิปรายผล	18

(จ)

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.3 ข้อเสนอแนะ	20
บรรณานุกรม	21
ภาคผนวก	23
ภาคผนวก ก การคำนวณทางสถิติของค่าเฉลี่ยข้อมูลสิ้นสุดการทดลอง	24
ภาคผนวก ข การคำนวณทางสถิติของค่าเฉลี่ยข้อมูลทางโภชนาการ	31
ภาคผนวก ค ภาพการทดลอง	40
ประวัติผู้วิจัย	43

(ช)

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 การเจริญเติบโตของลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วยไข่น้ำอบแห้ง (dried water meal, DWM) ร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูป (commercial diet, CD) ในสัดส่วนที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 75 วัน	15
4.2 ค่าเฉลี่ยคุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำอบแห้ง	17
4.3 คุณค่าทางโภชนาการของลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วยไข่น้ำอบแห้ง (dried water meal, DWM) ร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูป (commercial diet, CD) ในสัดส่วนที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 75 วัน	17
ก-1 การคำนวณทางสถิติของค่าเฉลี่ยข้อมูลเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	25
ข-1 การคำนวณทางสถิติของค่าเฉลี่ยข้อมูลทางโภชนาการ	32

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 <i>Oreochromis niloticus</i>	4
2.2 ไข่น้ำ	8
2.3 รูปร่างของไข่น้ำ	9
4.1 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของลูกปลานิลที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับ ไข่น้ำอบแห้งเป็นระยะเวลา 30 60 และ 75 วันของการทดลอง	13
4.2 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของลูกปลานิลที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูป ร่วมกับไข่น้ำอบแห้งเป็นระยะเวลา 30 60 และ 75 วันของการทดลอง	14
4.3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกปลานิลที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับ ไข่น้ำอบแห้งเป็นระยะเวลา 30 60 และ 75 วันของการทดลอง	14
4.4 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของลูกปลานิลที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับ ไข่น้ำอบแห้งเป็นระยะเวลา 30 60 และ 75 วันของการทดลอง	16
ก-1 การทดลองเลี้ยงลูกปลานิลด้วยไข่น้ำร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูป ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน	41
ก-2 ขนาดของลูกปลานิลที่ใช้ในการทดลอง	41
ก-3 ไข่น้ำสด	42
ก-4 ไข่น้ำอบแห้ง	42

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ชนิดที่นิยมบริโภคคือ Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) ซึ่งมีสัดส่วนเป็น 3 ใน 4 ของผลผลิตชนิดปลานิลทั่วโลก จากศึกษาความต้องการซื้อขายปลานิล (tilapia) โลกของ Josupeit (2010) พบว่า ผลผลิตปลานิลส่วนใหญ่ได้จากการเพาะเลี้ยงโดยมีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอตลอด 8 ปีที่ผ่านมา และเพิ่มขึ้นในทุกภูมิภาค ภูมิภาคเอเชียเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ที่สุดในโลก ประเทศจีนเป็นผู้ผลิตรายใหญ่อันดับที่หนึ่งซึ่งมีปริมาณการส่งออกปลานิลไปยังตลาดสหรัฐอเมริกา 68.8 ล้านตัน รองลงมาคือ ประเทศไต้หวัน อินโดนีเซีย เอกวาดอร์ ตามลำดับ สำหรับประเทศไทยมีปริมาณการส่งออกผลผลิตปลานิลไปยังตลาดสหรัฐอเมริกา ในปี 2010 เท่ากับ 1.5 ล้านตัน การเพาะเลี้ยงปลานิลในประเทศไทยเป็นการเพาะเลี้ยงเพื่อบริโภคภายในประเทศมากกว่าร้อยละ 90 และส่งออกไปยังต่างประเทศร้อยละ 10 ตลาดส่งออกหลักของไทยคือ กลุ่มประเทศตะวันออกกลางร้อยละ 68 กลุ่มประเทศยุโรปร้อยละ 14 สหรัฐอเมริการ้อยละ 6 กลุ่มประเทศอาเซียนร้อยละ 4 กลุ่มประเทศแอฟริการ้อยละ 3 และอื่นๆ ร้อยละ 5 ผลิตภัณฑ์ปลานิลที่ส่งออกมาที่สุดคือ ปลานิลทั้งตัวแช่แข็งร้อยละ 90.8 รองลงมาคือ เนื้อปลานิลแบบฟิลเลตสด และแช่เย็นร้อยละ 3.8 (เกวลิน หนูฤทธิ์, 2555) ในปัจจุบันแม้ว่าประเทศไทยจะมีผลผลิตปลานิลมากจนล้นตลาดภายในประเทศ แต่ยังคงไม่สามารถแข่งขันกับปลานิลราคาถูกจากประเทศจีนได้ ดังนั้นความพยายามเพื่อการลดต้นทุนการผลิตในการเลี้ยง และการสำรวจตลาดเฉพาะสำหรับการส่งออกปลานิลของไทยเป็นประเด็นที่สำคัญต่อการพัฒนาโอกาสอุตสาหกรรมส่งออกปลานิลของไทย (Bhujel, 2011)

ปลานิลสามารถเลี้ยงได้ทั้งในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ และในกระชัง มีนิสัยการกินอาหารแบบกินทั้งพืช และสัตว์ (omnivorous fish) ในระยะลูกปลาจะกินแพลงก์ตอนสัตว์เมื่อโตเต็มวัยกินได้ทั้งแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ แมลง และสิ่งมีชีวิตพื้นท้องน้ำอื่นๆ นอกจากนั้นยังกินอาหารเม็ดสำเร็จรูป (Bocek, n.d.) อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลานิลมี 3 ระยะคือ ปลานิลเล็ก ปลานิลรุ่น และปลานิลใหญ่ ซึ่งเป็นอาหารเม็ดชนิดลอยน้ำที่มีระดับเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนแตกต่างกัน โดยอาหารเม็ดปลานิลเล็ก (ขนาด 35-100 กรัม) มีระดับเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนไม่น้อยกว่า 32 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอาหารเม็ดปลานิลรุ่น (ขนาด 100-300 กรัม) และอาหารเม็ดปลานิลใหญ่ (ขนาด 300 กรัม – ขนาดตลาด) มีระดับเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ และ 25

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (บริษัทกรู๊ไทยอาหารสัตว์จำกัด (มหาชน), 2556) แต่ส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาดุกในการเลี้ยงปลานิล เนื่องจากโตเร็ว ใช้ระยะเวลาการเลี้ยงไม่นาน และมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ดีกว่าการให้อาหารเม็ดสำหรับปลากินพืช

ค่าอาหารเป็นต้นทุนหลักในการจัดการระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และมีสัดส่วนประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด (Department of primary industries, 2008; Bhujel, 2011) การให้อาหารสมทบร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นวิธีการหนึ่งในการช่วยลดต้นทุนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และก่อให้เกิดการปรับเปลี่ยนเข้าสู่การดำรงชีวิตตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง อาหารสมทบของปลามีมากมายหลากหลายทั้งจากพืช ได้แก่ ใบ และต้นพืช เมล็ดพืช หัวหรือรากพืช กากเมล็ดพืช และจากสัตว์ ได้แก่ กุ้ง หอย ปลาสด ปลาป่น เลือดสัตว์ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, ม.ป.ป.) ใช้น้ำเป็นพืชน้ำที่มีขนาดเล็กถูกปลาสามารถบริโภคได้ง่าย และเป็นแหล่งอาหารธรรมชาติที่ดีของปลานิล (Mbagwu *et al.*, 1990) การนำไข่น้ำไปใช้ประโยชน์ในด้านอาหารปลาส่วนใหญ่เป็นการนำไปทดแทนแหล่งโปรตีนที่มีราคาแพงโดยผสมกับวัตถุดิบอื่นๆเพื่อผลิตอาหารเม็ด นอกจากนั้นได้มีการทดลองเลี้ยงลูกปลานิลด้วยไข่น้ำสดอย่างเดียว (*Wolffia arrhiza*) โดยไม่มีการให้อาหารเม็ด พบว่า ลูกปลานิลมีการเจริญเติบโตที่ไม่ดีในด้านของน้ำหนัก และการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Ariyaratne, 2010) ดังนั้นการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับไข่น้ำสดอาจเป็นวิธีการที่ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตที่ และช่วยลดต้นทุนค่าอาหารปลา การศึกษาในครั้งนี้จึงศึกษาถึงสัดส่วนที่เหมาะสมของไข่น้ำต่อการเป็นอาหารสมทบร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเลี้ยงลูกปลานิลเพื่อเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในการเลี้ยงปลานิลแบบลดต้นทุนการผลิต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วยไข่น้ำร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาดุกในสัดส่วนที่แตกต่างกัน

1.2.2 ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของการให้ไข่น้ำร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาดุกต่อการเจริญเติบโตที่ดีของลูกปลานิล

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเป็นการศึกษาถึงอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสมทบ (ไข่น้ำ) ร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปในสัดส่วนที่แตกต่างกันที่ 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 และ 0:100 ของอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อไข่น้ำ โดยทำการเลี้ยงสัตว์ทดลองในบ่อวงซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.75 เมตร สูง 0.5 เมตร เป็นระยะเวลา 75

วัน ให้อาหารในอัตราส่วน 6-10 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัวต่อวัน แบ่งให้ 3 ครั้งต่อวัน และทุกๆ 30 วัน ทำการนับจำนวนสัตว์ทดลองที่เหลือในแต่ละบ่อ พร้อมทั้งทำการสุ่มชั่งน้ำหนักเพื่อบันทึกข้อมูล ในระหว่างการทดลองทำความสะอาดบ่อ เปลี่ยนถ่ายน้ำอาทิตย์ละ 2 ครั้ง และตรวจวัดคุณภาพน้ำ ทำการเก็บรักษาตัวอย่างสัตว์ทดลองในแต่ละชุดการทดลองทั้งก่อน และหลังการทดลองเพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร

1.4 ประโยชน์ของการวิจัย

- 1.4.1 การเผยแพร่ข้อมูลการวิจัยในวารสารระดับชาติหรือนานาชาติ
- 1.4.2 ประเด็นความรู้เพื่อการบูรณาการเข้ากับการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง
- 1.4.3 หน่วยงานทั้งภาครัฐ และเอกชน ได้ใช้ข้อมูลจากงานวิจัยเพื่อประโยชน์ในด้านต่างๆ

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปลานิล

ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) (ภาพที่ 2.1) เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง ซึ่งมีคุณค่าทางเศรษฐกิจนับตั้งแต่ปี 2508 เป็นต้นมา ปลานิลเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว และเป็นที่นิยมของผู้บริโภคเนื้อปลาที่มีรสชาติดี ปัจจุบันเกษตรกรนิยมเลี้ยงปลานิลกันอย่างกว้างขวางซึ่งการเพาะเลี้ยงปลานิลของไทยส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงในบ่อดิน ส่วนที่เหลือนั้นเลี้ยงในนาข้าว และร่องสวน



ภาพที่ 2.1 *Oreochromis niloticus* (ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์ และคณะ, 2555)

2.1.1 รูปร่างลักษณะ

รูปร่างของปลานิลคล้ายกับปลาหมอเทศ แต่ลักษณะพิเศษของปลานิลมีดังนี้คือ ริมฝีปากบน และล่างเสมอกัน ที่บริเวณแก้มมีเกล็ด 47 แถว ตามลำตัวมีลายขวางจำนวน 9-10 แถว นอกจากนั้นลักษณะทั่วไปมีดังนี้ ครีบหลังมีเพียง 1 ครีบ ประกอบด้วยก้านครีบแข็ง และก้านครีบอ่อนเป็นจำนวนมาก ครีบกันประกอบด้วยครีบแข็ง และอ่อนเช่นกัน มีเกล็ดตามแนวเส้นข้างตัว 33 เกล็ด ลำตัวมีสีเขียวปนน้ำตาล ตรงกลางเกล็ดมีสีเข้ม ที่กระดูกแก้มมีจุดสีเข้มอยู่จุดหนึ่ง บริเวณส่วนอ่อนของครีบหลัง ครีบกัน และครีบหางนั้นจะมีจุดสีขาว และสีดำคั่นขวางดูคล้ายลายข้าวตอก (อนุภูมิภาคุ่มแม่น้ำโขง, 2550)

2.1.2 อาหาร และการให้อาหารปลานิล

อาหารเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเลี้ยงปลาในกระชังเพราะปลาอยู่ในที่จำกัดไม่สามารถหาอาหารเองได้ การเจริญเติบโตของปลาจึงขึ้นอยู่กับจัดการด้านอาหารทั้งด้านคุณค่า และความต้องการสารอาหารในแต่ละขนาด การให้อาหารที่เหมาะสมกับปลาทำให้โตเร็ว และใช้ระยะเวลาเลี้ยงสั้นซึ่งเป็นการประหยัดค่าการลงทุนการผลิต สิ่งสำคัญที่ควรพิจารณาเกี่ยวกับการให้อาหาร ได้แก่

2.1.2.1 ลักษณะการกินอาหาร

ปลานิลกินอาหารได้ทุกประเภทตั้งแต่อาหารธรรมชาติจนถึงอาหารสำเร็จรูป กินได้ทั้งบนผิวน้ำ กลางน้ำ และก้นบ่อ แต่สำหรับการเลี้ยงปลาในกระชังควรเป็นอาหารชนิดลอยน้ำซึ่งทำให้ปลาสามารถกินอาหารได้มาก และลดการสูญเสียอาหาร

2.1.2.2 ความต้องการสารอาหาร

การเลี้ยงปลาในกระชังไม่เหมือนการเลี้ยงในบ่อดินเพราะปลาสามารถหากินเองได้ตามธรรมชาติ ผู้เลี้ยงให้เพิ่มเติมเพียงบางส่วนเท่านั้น โปรตีนในอาหารเป็นตัวชี้วัดปริมาณการให้อาหารในปลาแต่ละขนาด ลูกปลาวัยอ่อนจนถึงปลานี้ควรได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนประมาณ 30-40% และความต้องการโปรตีนจะลดลงเหลือประมาณ 25-30% เมื่อปลาโตขึ้น บางครั้งการให้อาหารที่มีโปรตีนต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมจะไม่ทำให้ปลาโตเร็วที่สุด และอาจต้องใช้ระยะเวลาการเลี้ยงเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้ขนาดที่ต้องการ

2.1.2.3 เวลาและความถี่ในการให้อาหาร

ปลานิลกินอาหารในช่วงเวลากลางวันได้ดีกว่ากลางคืนจึงควรให้อาหารในเวลากลางวัน และปลานิลเป็นปลาที่ไม่มีกระเพาะอาหารแท้จริงจึงกินอาหารได้ทีละน้อย และย่อยได้ช้า ดังนั้นควรให้อาหารครั้งละน้อยแต่บ่อยครั้ง คือ 2-5 ครั้งต่อวัน นอกจากนั้นควรพิจารณาจากการกินอาหารของปลาด้วยเพื่อลดการสูญเสียอาหารโดยเปล่าประโยชน์

2.1.2.4 ปริมาณการให้อาหาร

ปริมาณการให้อาหารในแต่ละวันขึ้นอยู่กับขนาดของปลา ปลาเล็กควรให้อาหารประมาณ 10-15% ของน้ำหนักปลา ปลาขนาดวัยรุ่นควรให้อาหาร 7-8% ของน้ำหนักปลา ปลาใหญ่อัตราการให้อาหารจะลดลงเหลือประมาณ 3-4% ของน้ำหนักปลา สำหรับปลาที่เลี้ยงเป็นพ่อแม่พันธุ์ให้อาหารประมาณ 2-3% ของน้ำหนักปลา ถ้าอุณหภูมิของน้ำเหมาะสมที่ 25-30 องศาเซลเซียส สามารถให้อาหารเพิ่มได้อีกประมาณ 2% จากการให้อาหารปกติเพราะปลานิลสามารถกินและย่อยได้ดี (ระดับ กลัดเข็มเพชร, ม.ป.ป.) ทางเลือกทั่วไปในการให้อาหารสัตว์น้ำต้องคิดว่าจะให้อาหารสัตว์น้ำเกินพอหรือให้อาหารเต็มที่จนสัตว์น้ำอ้วนหรือให้อาหารอย่างจำกัด

1) การให้อาหารแบบเกินพอ

การให้อาหารแบบเกินพอเป็นวิธีการที่ใช้ทั่วไปสำหรับการเลี้ยงสัตว์บก โดยให้อาหารอย่างเต็มที่อาหารที่เหลืออาจเก็บออกหรือไม่ก็ได้แต่สำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำอาหารส่วนเกินจะทำให้เกิดของเสียจำนวนมากในน้ำ อาหารที่เปื่อยน้ำแล้วจะเสียสภาพธรรมชาติของอาหาร และเมื่ออาหารอยู่ในน้ำจะเก็บออกได้ยาก วิธีการให้อาหารแบบนี้จะทำให้ค่า FCR มีค่าต่ำ และทำให้น้ำเสียได้ง่าย การให้อาหารแบบนี้ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำช่วงวัยอ่อนจะมีการให้อาหารเกินพอเล็กน้อย

2) การให้อาหารเต็มท้องสัตว์น้ำอ้อม

ปริมาณอาหารสำหรับการให้อาหารแบบนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนอาหารที่สัตว์กินเข้าไป การให้อาหารแบบนี้เพื่อต้องการลดของเสียที่เกิดจากอาหารส่วนเกิน แต่การสังเกตช่วงเวลาที่สัตว์กินอาหารอ้อมทำได้ยาก ถ้ามีการให้อาหารวันละหลายครั้งปริมาณอาหารที่สัตว์กินอ้อมในแต่ละช่วงเวลาของวันจะมีปริมาณไม่เท่ากัน ความแปรผันของปริมาณอาหารที่สัตว์กินเกิดจากขนาดของสัตว์น้ำ เทคนิคการตรวจสอบ และอุณหภูมิของน้ำ วิธีการให้อาหารแบบนี้เหมาะสำหรับสัตว์กินเนื้อซึ่งจะทำให้สัตว์มีการย่อยและการเจริญเติบโตสูง

3) การให้อาหารแบบจำกัด

ปริมาณอาหารที่ใช้โดยวิธีนี้จะประมาณจากจำนวนอาหารที่ทำให้สัตว์มีการเจริญเติบโตได้สูงสุด โดยทั่วไปในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะต้องทราบอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดของสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ ในแต่ละช่วงอายุซึ่งสามารถหาได้จากเอกสารทางวิชาการ และนำมาคำนวณหาปริมาณอาหารที่สัตว์น้ำควรได้รับ วิธีการให้อาหารแบบนี้เป็นการป้องกันอาหารเหลือซึ่งทำให้น้ำเสีย (Goddard, 1996)

2.1.2.5 ผลกระทบของอาหารต่อคุณสมบัติของเนื้อปลา

โดยปกติอาหารผสมสำเร็จรูปไม่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติทั่วไปของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาแต่ตามปกติปลาเลี้ยงจะมีไขมันมากกว่าปลาธรรมชาติอยู่แล้ว ปลาที่ขุนไว้จนอ้วนมากจะมีเนื้อนุ่มเหลว เนื่องจากมีไขมันสะสมตามเนื้อมากเกินไป เนื้อปลาที่มีไขมันสูงจึงทำให้คุณภาพของเนื้อต่ำลง ในทางตรงข้ามถ้าเนื้อปลามีไขมันน้อยเกินไปซึ่งมีสาเหตุมาจากการได้รับสารอาหารไม่เพียงพอจะทำให้เนื้อปลาแห้ง และแข็งไม่ชวนรับประทาน (ประดับ กลัดเข็มเพชร, ม.ป.ป.)

2.2 แหล่งของอาหารสำหรับสัตว์น้ำ

อาหารสัตว์น้ำนับเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญ เป็นปัจจัยพื้นฐานในการผลิตสัตว์น้ำ และต้นทุนการผลิต เนื่องจากต้นทุนการผลิตสัตว์น้ำประมาณ 30-50% มาจากค่าอาหาร การเลี้ยงจะประสบความสำเร็จมากน้อยขึ้นอยู่กับคุณภาพ ปริมาณ วิธีการให้ และราคาอาหารเป็นสำคัญ นอกจากอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโต การยังชีพ การเจริญพันธุ์ และการแพร่พันธุ์ของสัตว์น้ำแล้วยังมีผลต่อคุณภาพน้ำเช่นกัน กล่าวคือ หากให้อาหารที่พอเหมาะคุณภาพดีก็จะช่วยรักษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงได้ หากให้มากเกินไปหรือคุณภาพไม่ดี นอกจากเพิ่มค่าใช้จ่ายแล้วโอกาสการเกิดน้ำเสีย และเกิดโรคจะเพิ่มสูงขึ้น ในธรรมชาติสัตว์น้ำสามารถที่จะหาอาหารได้เองตามแหล่งน้ำ แต่หากจับมาเลี้ยงในที่จำกัด การจัดการเรื่องอาหาร คุณสมบัติของอาหาร และการให้อาหารจึงมีความจำเป็นมากยิ่งขึ้น แหล่งของอาหารสัตว์น้ำที่สำคัญมีด้วยกัน 2 แหล่ง คือ

2.2.1 อาหารธรรมชาติ (Natural Food) หมายถึง อาหารที่เกิดขึ้นในบ่อตามธรรมชาติ ปริมาณมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของบ่อและคุณภาพน้ำ ชนิดของอาหาร ได้แก่

2.2.1.1 แพลงก์ตอนพืช เป็นอาหารขั้นต้นในแหล่งน้ำ และมีความสำคัญต่อสัตว์น้ำที่กินพืชเป็นหลัก เช่น *Chlorella sp.* *Prormidium sp.* *Costerium sp.* *Nitzchia sp.* *Diatoms sp.*

2.2.1.2 แพลงก์ตอนสัตว์ เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ว่ายหรือลอยล่องในน้ำ เป็นอาหารขั้นที่สองของแหล่งน้ำ และเป็นอาหารหลักของสัตว์น้ำที่กินเนื้อเป็นหลัก เช่น *Rotifer* (*Brachionus sp.*) *Moina sp.* *Daphnia sp.* *Atemia sp.*

2.2.1.3 จีวอินทรีย์ตัวแมลงที่อยู่ตามพืชน้ำ เช่น ลูกน้ำ ลูกปลา ลูกหอย แมลงปอ ลูกแมลงต่าง ๆ

2.2.1.4 สัตว์น้ำก้นบ่อ (Benthos) พวกอยู่ตามพื้นบ่อหรือฝังตัวตามพื้น ตัวหนอนต่าง ๆ เช่น ไส้เดือน หนอนแดง (*Chironomus sp.*) ลูกหอยต่าง ๆ

2.2.1.5 พืชน้ำ (Aquatic Plants) เช่น สาหร่าย แหนเป็ด ใ้ช่น้ำ สันตะวา และจอก เป็นต้น

2.2.2 อาหารผสม มีอยู่ 2 ลักษณะ ดังนี้

2.2.2.1 แบบเปียก เป็นแบบอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาทั่วไปในประเทศไทย เช่น อาหารที่เหลือจากครัวเรือนหรืออุตสาหกรรม โดยนำมาคั้มรวมกับผักหรือพันธุ์ไม้น้ำชนิดต่าง ๆ หรือใช้ปลาเบญจพรรณ (ปลาเป็ด) บดรวมกับปลายข้าวคั้มและรำแล้วนำไปเลี้ยงสัตว์

2.2.2.2 แบบแห้ง อาหารแบบนี้สามารถเก็บรักษาไว้ได้เป็นเวลานาน และสะดวกแก่การขนส่ง แบ่งได้ดังนี้

1) แบบผง อาหารแบบนี้ใช้วัตถุดิบอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มีลักษณะแห้ง และเป็นผงละเอียด มาผสมรวมกันแล้วโรยให้ปลากินซึ่งเหมาะสำหรับสัตว์น้ำวัยอ่อน

2) แบบเม็ดจม อาหารแบบนี้ใช้วัสดุอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มีลักษณะเป็นผง และแห้งมาผสมกับน้ำแล้วผ่านเครื่องอัดเม็ดออกมาเป็นแท่งยาว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และความยาวตามที่ต้องการ เมื่ออุกกลม และแสงแดดจะแห้ง และจับตัวแน่นเป็นแท่งยาวสามารถอยู่ในน้ำได้นาน และเก็บรักษาได้นาน

3) แบบเม็ดลอย ส่วนผสมของอาหารชนิดนี้เช่นเดียวกับชนิดเม็ดจม และอาหารต้องผ่านเครื่องอัดเม็ดแต่มีกรรมวิธีการผลิตที่สลับซับซ้อนกว่า ก่อนการอัดเม็ดต้องทำให้ส่วนผสมของอาหารลอยจนวัสดุอาหารขยายตัวแล้วจึงอัดอากาศเข้าไป อาหารที่ออกจากเครื่องอัดจะมีอากาศอยู่ข้างในจึงมีคุณสมบัติลอยน้ำได้ ผู้เลี้ยงจะสามารถทราบได้ว่าปลากินอาหารหมดหรือไม่ และควบคุมปริมาณการให้อาหารได้ (เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน, ม.ป.ป.)

2.3 ใสน้ำ (Water meal)

ใสน้ำ (ภาพที่ 2.2) มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า Water meal, Swamp algae อยู่ในอาณาจักรพืช ดิวิชัน Magnoliophyta ชั้น Liliopsida อันดับ Alismatales วงศ์ Lemnaceae สกุล *Wolffia* มีหลายชนิด เช่น *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm. และ *Wolffia globosa* ชื่อพ้อง ได้แก่ ใสน้ำ, ใสน้ำ, ใสน้ำ, ใสน้ำ พบมากในประเทศแถบยุโรป แอฟริกาใต้ ออสเตรเลีย บราซิล อินโดนีเซีย และประเทศไทย ใสน้ำเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่น่าสนใจเพราะสามารถใช้เป็นอาหารของคน และสัตว์ได้ ในทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจัดเป็นอาหารธรรมชาติประเภทพืชที่มีคุณค่ามากชนิดหนึ่ง



ภาพที่ 2.2 ใสน้ำ (นิรนาม, 2556)

2.3.1 ชีวิตทางประชากรของไข่น้ำ

ไข่น้ำมีชื่อพื้นเมืองว่า “คำ” เป็นพันธุ์ไม้ที่มีต้นเล็กที่สุดในโลก เป็นพืชน้ำที่ไม่มีราก รูปร่างค่อนข้างกลมหรือยาวรีขนาดเส้นศูนย์กลาง 0.5-1.5 มิลลิเมตร (ภาพที่ 2.3) มีสีเขียวเป็นมัน ขอบขึ้นในที่อากาศร้อน และแสงแดดมาก ไข่น้ำมักมีตัวเบียนพอาศัยอยู่มาก โดยทั่วไปพบในแหล่งน้ำนิ่ง เช่น หนอง บึง หรือบ่อเก่าๆ ที่มีใบไม้ และมูลสัตว์สะสมอยู่ในบริเวณใกล้เคียง เมื่อฝนตก น้ำฝนจะชะปุ๋ยไหลมารวมกันอยู่ในหนอง บึง หรือบ่อ ต่อมา就会有แหนหรือไข่น้ำขึ้น การเจริญเติบโตของไข่น้ำขึ้นอยู่กับอาหารหรือปุ๋ยที่มีอยู่ในน้ำ ไข่น้ำต้องการธาตุอาหารเช่นเดียวกับพืช โดยทั่วไป เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม และต้องการพลังงานแสงเพื่อการสังเคราะห์แสง โดยปกติไข่น้ำเป็นพืชที่เจริญเติบโตเร็วในช่วงฤดูหนาวต่อกับฤดูร้อน และอัตราการเจริญเติบโตจะลดลงในฤดูฝนเนื่องจากความเข้มข้นของธาตุอาหารน้อยประกอบกับความขุ่นของน้ำสูงทำให้ความเข้มข้นของแสงในน้ำน้อย



ภาพที่ 2.3 รูปร่างของไข่น้ำ (นิรนาม, 2556)

2.3.2 คุณค่าทางโภชนาการ

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการไข่น้ำพบว่า ไข่น้ำมีความชื้น 20-22% โปรตีน 17.88% ไขมัน 0.20% เถ้า 23.50% คาร์โบไฮเดรต 38.2% และแคลเซียม 0.09% ในทางการประมงไข่น้ำจัดเป็นอาหารธรรมชาติประเภทพืชที่มีประโยชน์มาก เพราะคุณค่าทางโภชนาการสูง นอกจากนั้นยังเป็นอาหารที่ดีของสัตว์บก เช่น หมู เป็ด มนุษย์นิยมนำมาบริโภคเป็นอาหารโดยเฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ (นิรนาม, 2556; ไทยเกษตรศาสตร์, 2556)

2.3.3 การแพร่ขยายพันธุ์ของไข่น้ำ มี 2 แบบ คือ

2.3.3.1 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ไข่น้ำเป็นพืชไม้ดอกชนิดหนึ่งที่มีขนาดเล็กที่สุด การสืบพันธุ์จึงเป็นการผสมเกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมียภายในดอก ดอกของไข่น้ำจะเจริญเติบโตออกทางช่องข้างบนของต้น ดอกไม่มีกลีบดอก และไม่มีกลีบเลี้ยง ดอกตัวผู้จะมีเกสรตัวผู้ 1 อัน ประกอบด้วยอับละอองเรณู 2 อับ ดอกตัวเมียมีรังไข่ที่มี 1 ช่อง และมีไข่อู่อ 1 ใบ ก้านเกสรตัวเมียสั้น ยอดเกสรตัวเมียมีลักษณะแบน เมล็ดมีขนาดเล็ก กลมเกลี้ยง ในประเทศไทยยังไม่ปรากฏการรายงานพบไข่น้ำที่มีดอกแต่พบในประเทศอื่น ไข่น้ำจะมีดอก และเมล็ดประมาณเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม

2.3.3.2 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยวิธีการแตกหน่อซึ่งพบว่าโดยเฉลี่ยไข่น้ำแต่ละต้นจะแตกหน่อให้ต้นใหม่ทุกๆ 5 วัน (นานาสาระเกษตร, 2555)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ariyaratne (2010) ได้ทดลองเลี้ยงปลานิลวัยอ่อนน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.0754 ± 0.0441 กรัม ด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว และไข่น้ำสดเพียงอย่างเดียวเป็นระยะเวลา 41 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ลูกปลานิลที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปมีการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน น้ำหนักสุดท้าย และการสะสมไขมัน (condition factor, CF) สูงกว่าลูกปลานิลที่กินไข่น้ำสดซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) และอัตราการรอดตายของลูกปลานิลที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูป และไข่น้ำสดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ของลูกปลานิลที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปมีค่าต่ำกว่าลูกปลานิลที่กินไข่น้ำสด ลูกปลานิลที่กินไข่น้ำสดมีการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และน้ำหนักสุดท้ายต่ำกว่าลูกปลานิลที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปเนื่องจากอัตราการให้อาหารในการทดลองครั้งนี้อยู่ที่ 5% ต่อน้ำหนักตัวต่อวัน อาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกปลาที่กินไข่น้ำสดเป็นอาหารเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ Chareontesprasit and Jiwyam (2001) ได้ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลน้ำหนักเฉลี่ย 2.5 กรัม ด้วยอาหารทดแทนโปรตีนกากถั่วเหลืองจากไข่น้ำในระดับแตกต่างกันที่ 0% 15% 30% และ 45% เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก และความยาวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน การใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกปลานิลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกชุดการทดลอง แต่อย่างไรก็ตามภาพรวมของลูกปลานิลที่กินอาหารทดแทนโปรตีนกากถั่วเหลืองด้วยไข่น้ำที่ระดับ 15% แสดงผลดีกว่าชุดควบคุม (0% ไข่น้ำ)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การปรับสภาพสัตว์ทดลอง

ก่อนเริ่มการทดลองทำการปรับสภาพสัตว์ทดลองเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ โดยนำลูกปลานิลแปลงเพศอายุประมาณ 2 เดือน (ขนาด 3-5 เซนติเมตร) มาเลี้ยงในบ่อวงซีเมนต์ในบริเวณที่จะทำการทดลอง ทำการสูบน้ำหนักเพื่อให้ทราบน้ำหนักเริ่มต้นก่อนการปรับสภาพ ให้อาหารในอัตราส่วน 6-10 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัวต่อวัน แบ่งให้ 3 ครั้งต่อวัน ปริมาณอาหารจะมีการปรับอัตราการให้อาหารให้เหมาะสมต่อการกินจนอิ่ม อาหารที่ให้ คือ อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาคูเล็ก (เปอร์เซ็นต์โปรตีนไม่น้อยกว่า 25) และใช้น้ำอบแห้งในสัดส่วน 50:50

3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.2.1 วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วย 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาคูเล็กร้อยละ 100 ของปริมาณอาหารที่จะให้สัตว์ทดลอง (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาคูเล็กร้อยละ 70 ร่วมกับไขมันอบแห้งร้อยละ 30 ของปริมาณอาหารที่จะให้สัตว์ทดลอง ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาคูเล็กร้อยละ 50 ร่วมกับไขมันอบแห้งร้อยละ 50 ของปริมาณอาหารที่จะให้สัตว์ทดลอง ชุดการทดลองที่ 4 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาคูเล็กร้อยละ 30 ร่วมกับไขมันอบแห้งร้อยละ 70 ของปริมาณอาหารที่จะให้สัตว์ทดลอง และชุดการทดลองที่ 5 ไขมันอบแห้งร้อยละ 100 ของปริมาณอาหารที่จะให้สัตว์ทดลอง

3.2.2 การดำเนินการทดลอง

หลังจากปรับสภาพสัตว์ทดลองเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ ทำการสูบน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักเริ่มต้นก่อนการทดลอง พร้อมเก็บรักษาตัวอย่างสัตว์ทดลองสำหรับการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร หลังจากนั้นสุ่มลูกปลาจำนวน 50 ตัว ใส่ในบ่อวงซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.75 เมตร สูง 0.5 เมตร จำนวน 15 บ่อ ในวันถัดไปจึงเริ่มให้อาหารตามชุดการทดลองที่วางแผนไว้ โดยให้อาหารในอัตรา 6-10 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัวต่อวัน แบ่งให้ 3 ครั้งต่อวัน และมีการปรับอัตราการให้อาหารให้เหมาะสมต่อการกินจนอิ่ม ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 90 วัน ทุกๆ 30 วัน ทำการ

นับจำนวนสัตว์ทดลองที่เหลือในแต่ละบ่อ พร้อมทั้งสุ่มชั่งน้ำหนัก และปรับระดับความหนาแน่นในการเลี้ยงให้เหมาะสมตามขนาดของปลาที่เพิ่มขึ้น ในระหว่างการทดลองทำความสะอาดบ่อ และเปลี่ยนถ่ายน้ำอาทิตย์ละ 2 ครั้ง และตรวจวัดคุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen), ปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำ และอุณหภูมิของน้ำ (water temperature) โดยใช้ pH meter, Do meter และ thermometer ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองเก็บรักษาตัวอย่างสัตว์ทดลองเพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร

3.3 การคำนวณ และการวิเคราะห์ทางสถิติ

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG), อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR), อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และอัตราการรอดตายคำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้ (Ariyaratne, 2010).

3.3.1 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average daily gain, ADG)

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัม/วัน)} = \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุด} - \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาในการเลี้ยง}}$$

3.3.2 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate, SGR)

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์/วัน)} = \frac{\ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาในการทดลอง}} \times 100$$

3.3.3 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Food conversion ratio, FCR)

$$\text{อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$$

3.3.4 อัตราการรอดตาย

$$\text{อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้น}} \times 100$$

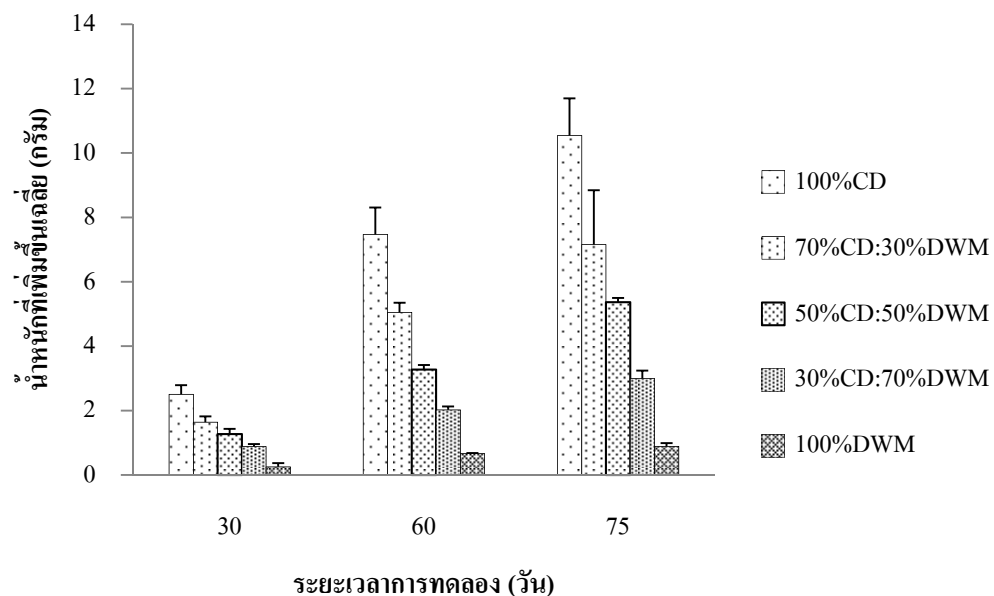
ข้อมูลที่ได้ในทุกพารามิเตอร์นำมาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ในแบบสุ่มตลอด และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 4

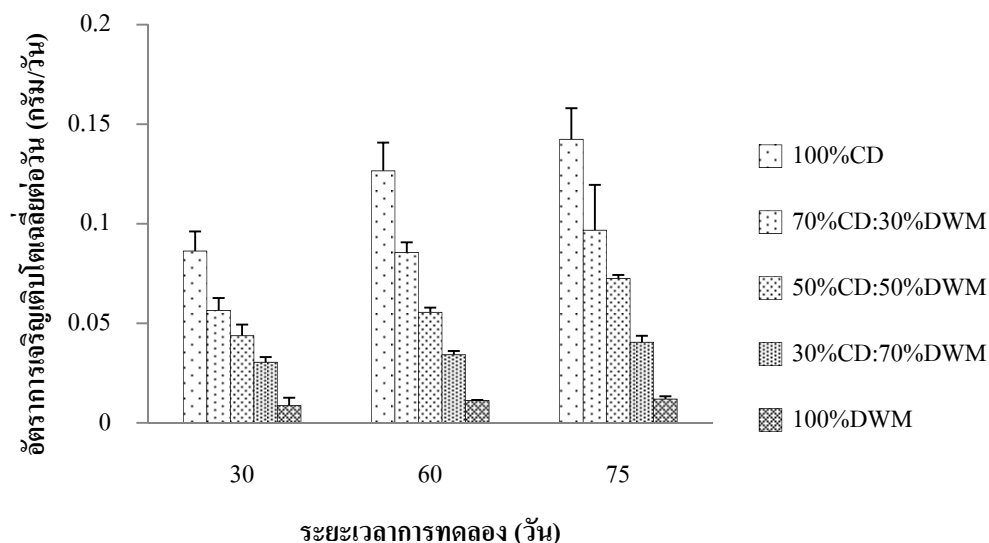
ผลการวิจัย

4.1 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์ทดลอง

ก่อนเริ่มต้นการทดลองลูกปลานิลมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.82 ± 0.02 กรัม 0.85 ± 0.05 กรัม 0.76 ± 0.11 กรัม 0.74 ± 0.04 กรัม และ 0.76 ± 0.02 กรัม ในชุดการทดลองที่ 1 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งมีความต่างกันอย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) หลังจากเลี้ยงลูกปลานิลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับไข่น้ำอบแห้งในสัดส่วนที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 30 60 และ 75 วัน พบว่า ลูกปลานิลในทุกชุดการทดลองมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง (ภาพที่ 4.1 และ ภาพที่ 4.2)

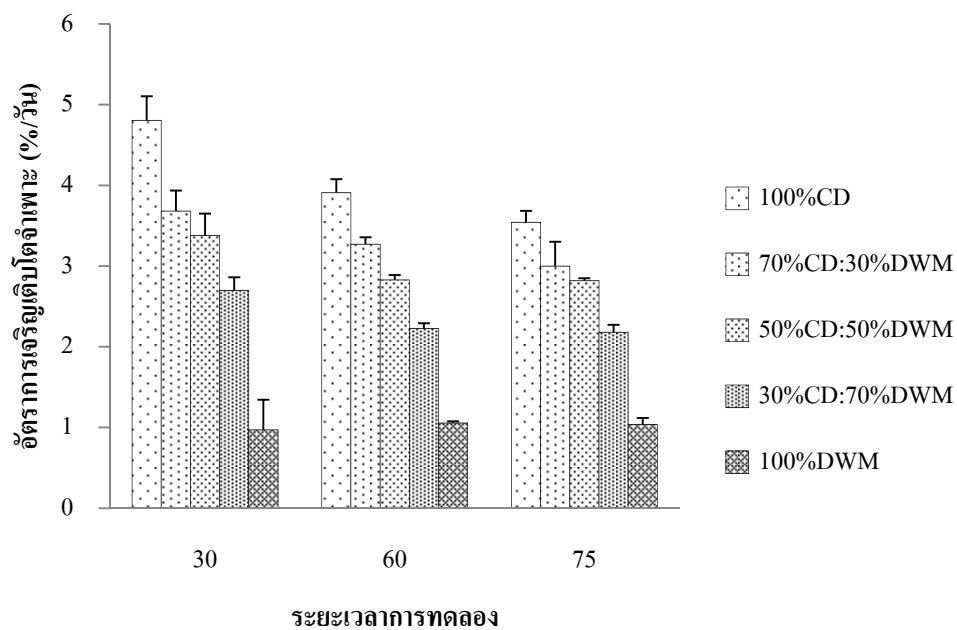


ภาพที่ 4.1 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของลูกปลานิลที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับไข่น้ำอบแห้งเป็นระยะเวลา 30 60 และ 75 วันของการทดลอง



ภาพที่ 4.2 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของลูกปลานิลที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับไข่น้ำ
อบแห้งเป็นระยะเวลา 30 60 และ 75 วันของการทดลอง

สำหรับอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับ
ไข่น้ำอบแห้งในสัดส่วนที่แตกต่างกัน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกปลานิลในทุกชุด
การทดลองมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการทดลองเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.3)



ภาพที่ 4.3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกปลานิลที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับไข่น้ำ
อบแห้งเป็นระยะเวลา 30 60 และ 75 วันของการทดลอง

การเจริญเติบโตของลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับไข่น้ำอบแห้งในสัดส่วนที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 75 วัน พบว่า น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกปลานิลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างชุดการทดลอง (ตารางที่ 4.1) โดยลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปร้อยละ 100 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด ซึ่งมีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 11.36 ± 1.15 กรัม น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 10.54 ± 1.15 กรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.14 ± 0.01 กรัม/วัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ 3.54 ± 0.14 %/วัน

ตารางที่ 4.1 การเจริญเติบโตของลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วยไข่น้ำอบแห้ง (dried water meal, DWM) ร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูป (commercial diet, CD) ในสัดส่วนที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 75 วัน

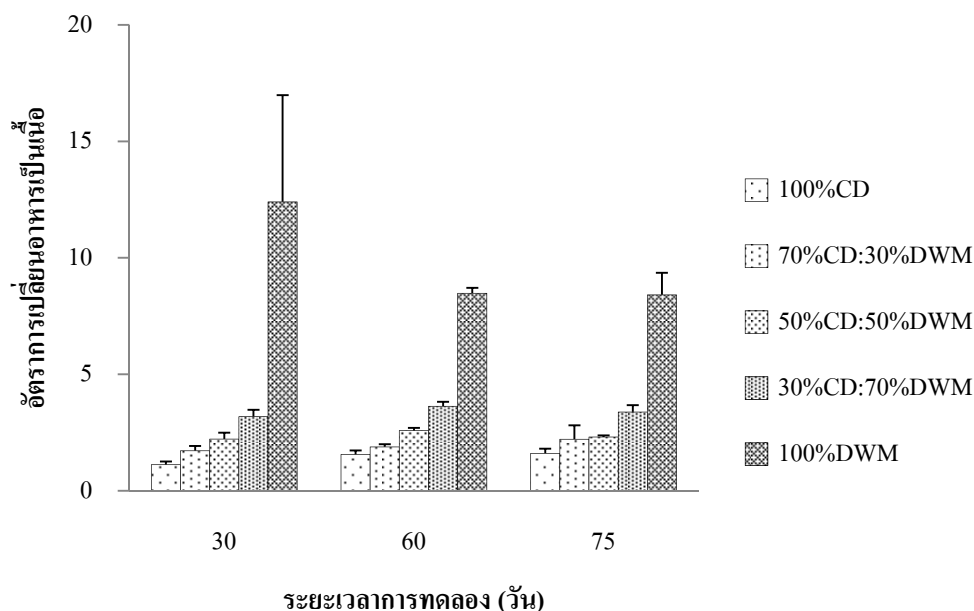
พารามิเตอร์	CD:DWM (%)				
	100:0	70:30	50:50	30:70	0:100
น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	0.82 ± 0.02	0.85 ± 0.05	0.76 ± 0.11	0.74 ± 0.04	0.76 ± 0.02
น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กรัม)	11.36 ± 1.15^a	8.01 ± 1.68^b	6.12 ± 0.13^c	3.74 ± 0.24^d	1.65 ± 0.10^c
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัม)	10.54 ± 1.15^a	7.16 ± 1.68^b	5.36 ± 0.13^c	2.99 ± 0.24^d	0.88 ± 0.10^c
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัม/วัน)	0.14 ± 0.01^a	0.09 ± 0.02^b	0.07 ± 0.001^c	0.04 ± 0.003^d	0.10 ± 0.001^c
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน)	3.54 ± 0.14^a	3.00 ± 0.30^b	2.82 ± 0.02^b	2.18 ± 0.08^c	1.03 ± 0.08^d
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.61 ± 0.18^a	2.21 ± 0.58^a	2.31 ± 0.05^a	3.38 ± 0.28^b	8.41 ± 0.94^c
อัตราการรอดตาย (%)	97.33 ± 3.05	97.33 ± 1.15	96.66 ± 1.15	99.33 ± 1.15	98.66 ± 2.30

ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่แตกต่างกันแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4.2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

ผลของการเลี้ยงลูกปลานิลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับไข่น้ำอบแห้งในสัดส่วนที่แตกต่างกัน พบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของลูกปลานิลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการทดลองเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.4) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 75 วัน พบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของลูกปลานิลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างชุดการทดลอง โดยลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปร้อยละ 100 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุดมีค่าเท่ากับ 1.61 ± 0.18 แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ

กับชุดการทดลองที่เลี้ยงลูกปลานิลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับไข่น้ำอบแห้งที่สัดส่วน 70:30 และ 50:50 (ตารางที่ 4.1)



ภาพที่ 4.4 อัตราการผลิตอาหารเป็นเนื้อของลูกปลานิลที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับไข่น้ำอบแห้งเป็นระยะเวลา 30 60 และ 75 วันของการทดลอง

4.3 อัตราการรอดตาย

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นระยะเวลา 75 วัน อัตราการรอดตายของลูกปลานิลอยู่ระหว่าง 96.66 ถึง 99.33 ซึ่งอัตราการรอดตายของลูกปลานิลในแต่ละชุดการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.1)

4.4 คุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำ และสัตว์ทดลอง

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำ พบว่า ไข่น้ำมีค่าเฉลี่ยของโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัส และพลังงานเท่ากับ 28.72% 2.81% 13.54% 18.19% 1.37% 0.88% และ 3605.55 kcal Kg⁻¹ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) ส่วนคุณค่าทางโภชนาการของลูกปลานิลก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยของโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัส และพลังงานเท่ากับ 70.06±0.24% 6.16±0.14% 1.24±0.22% 15.74±0.10% 5.13±0.12% 2.95±0.04% and 4303.73±131.19 kcal Kg⁻¹ ตามลำดับ.

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยคุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำอบแห้ง

คุณค่าทางโภชนาการ	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
โปรตีน (%)	28.72±9.49
ไขมัน (%)	2.81±0.61
เยื่อใย (%)	13.54±1.09
เถ้า (%)	18.19±0.65
แคลเซียม (%)	1.37±0.22
ฟอสฟอรัส (%)	0.88±0.77
ค่าพลังงาน (kcal Kg ⁻¹)	3605.55±191.27

ผลของการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับไข่น้ำอบแห้งในสัดส่วนที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 75 วัน พบว่า ปลานิลในแต่ละชุดการทดลองมีคุณค่าทางโภชนาการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.3) ลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับไข่น้ำอบแห้งในสัดส่วน 30:70 มีค่าโปรตีนเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 69.20±0.61% ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 100%) ลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วยไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 100 มีไขมันสะสมร่างกายน้อยที่สุดเท่ากับ 6.06±0.27% นอกจากนั้นก็มีแคลเซียมและฟอสฟอรัสมากที่สุดเท่ากับ 5.82±0.23% และ 3.42±0.07% ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 100%)

ตารางที่ 4.3 คุณค่าทางโภชนาการของลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วยไข่น้ำอบแห้ง (dried water meal, DWM) ร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูป (commercial diet, CD) ในสัดส่วนที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 75 วัน

คุณค่าทางโภชนาการ	CD:DWM (%)				
	100:0	70:30	50:50	30:70	0:100
โปรตีน (%)	67.75±1.21 ^b	67.27±0.58 ^b	67.46±0.65 ^b	69.20±0.61 ^a	68.14±0.32 ^{ab}
ไขมัน (%)	12.30±1.04 ^a	11.40±0.73 ^{ab}	10.58±0.82 ^b	7.89±0.04 ^c	6.06±0.27 ^d
เยื่อใย (%)	0.61±0.13 ^b	0.63±0.05 ^b	0.64±0.16 ^b	0.45±0.10 ^b	1.15±0.25 ^a
เถ้า (%)	13.86±0.12 ^c	15.25±0.70 ^b	15.62±0.42 ^b	15.75±0.31 ^b	17.38±0.28 ^a
แคลเซียม (%)	4.14±0.26 ^c	4.56±0.33 ^{bc}	4.57±0.19 ^{bc}	4.66±0.10 ^b	5.82±0.23 ^a
ฟอสฟอรัส (%)	2.65±0.01 ^d	2.79±0.09 ^{cd}	2.94±0.09 ^{bc}	3.01±0.06 ^b	3.42±0.07 ^a
ค่าพลังงาน (kcal Kg ⁻¹)	4,686.85±74.17 ^a	4,498.63±49.53 ^b	4,468.30±23.31 ^b	4,303.76±15.10 ^c	4,105.13±52.96 ^d

ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่แตกต่างกันแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ลูกปลานิลที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาดุกขนาดเล็กพร้อมกับไข่น้ำอบแห้งในสัดส่วน 100:0 (ชุดควบคุม) น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ซึ่งมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของลูกปลานิลที่กินอาหารเม็ดร้อยละ 100 ดีกว่าชุดการทดลองอื่นๆ แต่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่เลี้ยงลูกปลานิลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปพร้อมกับไข่น้ำอบแห้งที่สัดส่วน 70:30 และ 50:50 ส่วนอัตราการรอดตายมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชุดการทดลอง คุณค่าทางโภชนาการของลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปพร้อมกับไข่น้ำอบแห้งในสัดส่วน 30:70 มีค่าโปรตีนเฉลี่ยสูงที่สุดซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 100% ลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วยไข่น้ำอบแห้งในสัดส่วนที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้มีไขมันสะสมในร่างกายน้อยลง นอกจากนั้นส่งผลให้มีแคลเซียม และฟอสฟอรัสสะสมในร่างกายเพิ่มขึ้น

ถึงแม้ว่าการเลี้ยงลูกปลานิลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปพร้อมกับไข่น้ำอบแห้งในสัดส่วน 100:0 ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตที่ดี แต่ส่งผลทำให้ปลามีการสะสมไขมันในร่างกายสูง ดังนั้นการเลี้ยงลูกปลานิลเพื่อช่วยลดต้นทุนค่าอาหารปลาโดยใช้ไข่น้ำอบแห้งที่คุ้มค่าที่สุดคือ การเลี้ยงโดยใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปพร้อมกับไข่น้ำอบแห้งในสัดส่วน 70:30 เนื่องจากอัตราการเปลี่ยนอาหารเนื้อมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ให้อาหารเม็ด 100% และช่วยลดการสะสมไขมันในร่างกายซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนค่าอาหารปลาได้ถึง 12.6%

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกปลานิลในทุกชุดการทดลองค่อยๆ ลดลงเมื่อระยะเวลาการเลี้ยงเพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะจะลดลงเมื่อน้ำหนักปลาเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา โดยการย่อยอาหาร และอัตราเมตาบอลิซึมจะแปรผกผันกับน้ำหนักของร่างกาย (Jobling, 1994) ปลาที่กินไข่น้ำอบแห้งมากการเจริญเติบโตมีแนวโน้มต่ำกว่าปลาที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูป 100% เนื่องจากรูปแบบการนำไข่น้ำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะไข่น้ำอบแห้งผงโดยการให้ปลา

โดยตรงอาจจะไม่เหมาะสมต่อการบริโภคของปลาซึ่งไข่น้ำอบแห้งมีความคงตัวในน้ำจำกัด การผลิตไข่น้ำอบแห้งเพื่อการใช้ประโยชน์ในครั้งนี้เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนไข่น้ำสดซึ่งจะพบได้ในแหล่งน้ำธรรมชาติบางฤดูกาลเท่านั้น การนำไข่น้ำมาอบแห้งทำให้ผู้เลี้ยงมีไข่น้ำไว้ใช้เป็นอาหารปลาได้ทุกฤดูกาล อย่างไรก็ตาม Tavares *et al.* (2008) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของลูกปลานิลที่กิน 100% ของอาหารสำเร็จรูป (โปรตีน 40%) 100% ของแหวนอบแห้งซึ่งจะตัดให้ได้ขนาดเล็กเพื่อสะดวกต่อการจัดการการให้อาหาร และ 50% ต่อ 50% ของอาหารเม็ดสำเร็จรูป และแหวนอบแห้ง ผลการทดลองพบว่า ปลาที่กิน 100% ของแหวนอบแห้งมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่ำที่สุดซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในครั้งนี้ และจากการทดลองยืนยันว่าการให้แหวนอบแห้งเป็นอาหารแก่ลูกปลาสามารถให้ได้ควบคู่กับอาหารเม็ดสำเร็จรูป 40% โปรตีนในอัตราส่วน 50:50 เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 50 วัน โดยที่การเจริญเติบโตของลูกปลาไม่ลดลง นอกจากนั้น การศึกษาของ Ariyaratne (2010) ในศักยภาพของไข่น้ำต่อการนำมาเป็นอาหารลูกปลานิลระยะวัยอ่อน พบว่า การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน น้ำหนักสุดท้าย และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกปลาที่กิน 100% ไข่น้ำสดต่ำกว่าปลาที่กิน 100% อาหารเม็ดสำเร็จรูป อย่างไรก็ตามไข่น้ำสามารถใช้เป็นอาหารปลานิลระยะวัยอ่อนได้แต่จำเป็นต้องคำนึงถึงปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการให้อย่างเพียงพอ

คุณค่าทางโภชนาการของปลาที่กิน 100% ของอาหารเม็ดสำเร็จรูป พบว่ามีค่าพลังงานสูง เนื่องจากร่างกายมีการสะสมไขมันสูงกว่าปลาที่เลี้ยงในชุดการทดลองอื่นๆ ปลาที่กิน 30:70 ของอาหารเม็ดสำเร็จรูปพร้อมกับไข่น้ำอบแห้งมีโปรตีนในร่างกายสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ เนื่องจากไข่น้ำอบแห้งมีโปรตีนสูงกว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูป อย่างไรก็ตามปลายังคงขาดแคลนพลังงานจากสารอาหารกลุ่มที่ไม่ใช่โปรตีนซึ่งมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต (Kpoque *et al.*, 2013) ดังนั้นปลาที่กินไข่น้ำอบแห้งในปริมาณมากจึงมีการเจริญเติบโตลดลง

ลูกปลานิลที่เลี้ยงด้วย 70:30 ของอาหารเม็ดสำเร็จรูปพร้อมกับไข่น้ำอบแห้งเป็นระยะเวลา 75 วัน ลูกปลามีน้ำหนักสุดท้ายเท่ากับ 8.01 ± 1.68 กรัม และมีต้นทุนค่าอาหารปลาเท่ากับ 56.99 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป 100% พบว่า ต้นทุนค่าอาหารปลาเท่ากับ 65.21 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปพร้อมกับไข่น้ำอบแห้งในสัดส่วนร้อยละ 70:30 สามารถลดต้นทุนค่าอาหารปลาได้ 12.60% และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่แตกต่างกับชุดควบคุมซึ่งเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดในการนำไข่น้ำอบแห้งไปใช้ประโยชน์ในการให้อาหารปลาโดยตรง

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การใช้ไข่น้ำอบแห้งเป็นอาหารปลาโดยตรงอาจไม่เหมาะสม เนื่องจากไข่น้ำอบแห้งมีความคงตัวในน้ำจำกัด โดยการนำไข่น้ำอบแห้งไปเป็นส่วนผสมในสูตรอาหารปลาเพื่อทดแทนโปรตีนที่มีราคาสูงอาจเหมาะสมกว่าการให้ปลากินโดยตรง อย่างไรก็ตามการใช้ไข่เป็นอาหารปลาโดยตรงสามารถทำได้โดยการให้ในลักษณะไข่น้ำสด เนื่องจากตามธรรมชาติปลาจะกินไข่น้ำสดที่ลอยลอยอยู่ผิวน้ำซึ่งผู้เลี้ยงต้องหาไข่น้ำสดให้ได้ปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการ

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การคำนวณทางสถิติของค่าเฉลี่ยข้อมูลเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ตารางที่ ก-1 การคำนวณทางสถิติของค่าเฉลี่ยข้อมูลเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

Descriptives									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น	1.00	3	10.5433	1.15327	.66584	7.6785	13.4082	9.22	11.31
	2.00	3	7.1600	1.68456	.97258	2.9753	11.3447	5.27	8.51
	3.00	3	5.3667	.13204	.07623	5.0387	5.6947	5.25	5.51
	4.00	3	2.9967	.24331	.14048	2.3922	3.6011	2.72	3.16
	5.00	3	.8867	.10066	.05812	.6366	1.1367	.79	.99
	Total	15	5.3907	3.54163	.91445	3.4294	7.3520	.79	11.31
SGR	1.00	3	3.5426	.14150	.08170	3.1911	3.8941	3.38	3.64
	2.00	3	3.0003	.30174	.17421	2.2508	3.7499	2.66	3.23
	3.00	3	2.8202	.02904	.01676	2.7480	2.8923	2.79	2.85
	4.00	3	2.1814	.08965	.05176	1.9587	2.4041	2.08	2.24
	5.00	3	1.0368	.08190	.04729	.8334	1.2403	.96	1.12
	Total	15	2.5163	.89824	.23192	2.0188	3.0137	.96	3.64

FCR	1.00	3	1.6160	.18832	.10873	1.1481	2.0838	1.49	1.83
	2.00	3	2.2185	.58724	.33904	.7597	3.6773	1.79	2.89
	3.00	3	2.3167	.05661	.03268	2.1761	2.4574	2.26	2.37
	4.00	3	3.3890	.28833	.16647	2.6728	4.1053	3.20	3.72
	5.00	3	8.4187	.94051	.54300	6.0824	10.7551	7.45	9.33
	Total	15	3.5918	2.60453	.67249	2.1494	5.0341	1.49	9.33
ADG	1.00	3	.1425	.01558	.00900	.1038	.1812	.12	.15
	2.00	3	.0968	.02276	.01314	.0402	.1533	.07	.12
	3.00	3	.0725	.00178	.00103	.0681	.0770	.07	.07
	4.00	3	.0405	.00329	.00190	.0323	.0487	.04	.04
	5.00	3	.0120	.00136	.00079	.0086	.0154	.01	.01
	Total	15	.0728	.04786	.01236	.0463	.0994	.01	.15
อัตราการรอด	1.00	3	97.3333	3.05505	1.76383	89.7442	104.9225	94.00	100.00
	2.00	3	97.3333	1.15470	.66667	94.4649	100.2018	96.00	98.00
	3.00	3	96.6667	1.15470	.66667	93.7982	99.5351	96.00	98.00
	4.00	3	99.3333	1.15470	.66667	96.4649	102.2018	98.00	100.00
	5.00	3	98.6667	2.30940	1.33333	92.9298	104.4035	96.00	100.00
	Total	15	97.8667	1.92230	.49634	96.8021	98.9312	94.00	100.00

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
น้ำหนักที่ เพิ่มขึ้น	Between Groups	167.095	4	41.774	49.093	.000
	Within Groups	8.509	10	.851		
	Total	175.604	14			
SGR	Between Groups	11.042	4	2.761	108.978	.000
	Within Groups	.253	10	.025		
	Total	11.296	14			
FCR	Between Groups	92.268	4	23.067	85.357	.000
	Within Groups	2.702	10	.270		
	Total	94.970	14			
ADG	Between Groups	.031	4	.008	49.093	.000
	Within Groups	.002	10	.000		
	Total	.032	14			
อัตราการรอด	Between Groups	14.400	4	3.600	.964	.468
	Within Groups	37.333	10	3.733		
	Total	51.733	14			

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

Duncan^a

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
5.00	3	.8867				
4.00	3		2.9967			
3.00	3			5.3667		
2.00	3				7.1600	
1.00	3					10.5433
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

SGR

Duncan^a

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
5.00	3	1.0368			
4.00	3		2.1814		
3.00	3			2.8202	
2.00	3			3.0003	
1.00	3				3.5426
Sig.		1.000	1.000	.196	1.000

FCRDuncan^a

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1.00	3	1.6160		
2.00	3	2.2185		
3.00	3	2.3167		
4.00	3		3.3890	
5.00	3			8.4187
Sig.		.146	1.000	1.000

ADGDuncan^a

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
5.00	3	.0120				
4.00	3		.0405			
3.00	3			.0725		
2.00	3				.0968	
1.00	3					.1425
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

อัตราารรอด

Duncan^a

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05
		1
3.00	3	96.6667
1.00	3	97.3333
2.00	3	97.3333
5.00	3	98.6667
4.00	3	99.3333
Sig.		.151

Means for groups in homogeneous subsets
are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size =
3.000.

ภาคผนวก ข

การคำนวณทางสถิติของค่าเฉลี่ยข้อมูลทางโภชนาการ

ตารางที่ ข-1 การคำนวณทางสถิติของค่าเฉลี่ยข้อมูลทางโภชนาการ

Descriptives								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
โปรตีน	1.00	67.7500	1.21622	.86000	56.8227	78.6773	66.89	68.61
	2.00	67.2767	.58141	.33568	65.8324	68.7210	66.72	67.88
	3.00	67.4600	.65826	.38004	65.8248	69.0952	66.75	68.05
	4.00	69.2033	.61273	.35376	67.6812	70.7254	68.82	69.91
	5.00	68.1433	.32716	.18889	67.3306	68.9560	67.84	68.49
	Total	14	67.9821	.91808	67.4521	68.5122	66.72	69.91
ไขมัน	1.00	12.3000	1.04652	.74000	2.8974	21.7026	11.56	13.04
	2.00	11.4033	.73160	.42239	9.5859	13.2207	10.57	11.94
	3.00	10.5833	.82373	.47558	8.5371	12.6296	9.67	11.27
	4.00	7.8967	.04509	.02603	7.7847	8.0087	7.85	7.94
	5.00	6.0633	.27154	.15677	5.3888	6.7379	5.81	6.35
	Total	14	9.4600	2.43160	8.0560	10.8640	5.81	13.04

ເຍື້ອໄຍ	1.00	2	.6105	.13223	.09350	-.5775	1.7985	.52	.70
	2.00	3	.6377	.05516	.03185	.5006	.7747	.57	.67
	3.00	3	.6470	.16908	.09762	.2270	1.0670	.53	.84
	4.00	3	.4560	.10804	.06238	.1876	.7244	.36	.57
	5.00	3	1.1583	.25743	.14863	.5188	1.7978	.92	1.43
	Total	14	.7084	.28830	.07705	.5420	.8749	.36	1.43
ເຖົ້າ	1.00	2	13.8600	.12728	.09000	12.7164	15.0036	13.77	13.95
	2.00	3	15.2533	.70002	.40416	13.5144	16.9923	14.55	15.95
	3.00	3	15.6233	.42899	.24768	14.5577	16.6890	15.30	16.11
	4.00	3	15.7533	.31974	.18460	14.9591	16.5476	15.47	16.10
	5.00	3	17.3800	.28827	.16643	16.6639	18.0961	17.12	17.69
	Total	14	15.6964	1.16348	.31095	15.0247	16.3682	13.77	17.69
NFE	1.00	2	.3550	.47376	.33500	-3.9016	4.6116	.02	.69
	2.00	3	1.4167	.16258	.09387	1.0128	1.8205	1.24	1.56
	3.00	3	.6633	.36611	.21137	-.2461	1.5728	.36	1.07
	4.00	3	.5233	.24007	.13860	-.0730	1.1197	.28	.76
	5.00	3	.1100	.04583	.02646	-.0038	.2238	.07	.16
	Total	14	.6321	.52045	.13910	.3316	.9326	.02	1.56

แคลเซียม	1.00	2	4.1400	.26870	.19000	1.7258	6.5542	3.95	4.33
	2.00	3	4.5667	.33561	.19376	3.7330	5.4004	4.22	4.89
	3.00	3	4.5700	.19287	.11136	4.0909	5.0491	4.43	4.79
	4.00	3	4.6600	.10440	.06028	4.4006	4.9194	4.59	4.78
	5.00	3	5.8200	.23516	.13577	5.2358	6.4042	5.66	6.09
	Total	14	4.7950	.61251	.16370	4.4413	5.1487	3.95	6.09
ฟอสฟอรัส	1.00	2	2.6500	.01414	.01000	2.5229	2.7771	2.64	2.66
	2.00	3	2.7967	.09504	.05487	2.5606	3.0328	2.70	2.89
	3.00	3	2.9433	.09238	.05333	2.7139	3.1728	2.89	3.05
	4.00	3	3.0167	.06658	.03844	2.8513	3.1821	2.94	3.06
	5.00	3	3.4200	.07810	.04509	3.2260	3.6140	3.33	3.47
	Total	14	2.9879	.27218	.07274	2.8307	3.1450	2.64	3.47
ค่าพลังงาน	1.00	2	4686.8500	74.17550	52.45000	4020.4096	5353.2904	4634.40	4739.30
	2.00	3	4498.6333	49.53527	28.59920	4375.5809	4621.6858	4445.30	4543.20
	3.00	3	4468.3000	23.31159	13.45895	4410.3908	4526.2092	4449.00	4494.20
	4.00	3	4303.7667	15.10011	8.71805	4266.2559	4341.2774	4288.70	4318.90
	5.00	3	4105.1333	52.96002	30.57648	3973.5734	4236.6933	4061.10	4163.90
	Total	14	4392.9429	198.69428	53.10328	4278.2202	4507.6655	4061.10	4739.30

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
โปรตีน	Between Groups	6.971	4	1.743	3.934	.041
	Within Groups	3.987	9	.443		
	Total	10.957	13			
ไขมัน	Between Groups	73.191	4	18.298	44.819	.000
	Within Groups	3.674	9	.408		
	Total	76.865	13			
เยื่อใย	Between Groups	.844	4	.211	8.024	.005
	Within Groups	.237	9	.026		
	Total	1.081	13			
เกลือ	Between Groups	15.863	4	3.966	20.572	.000
	Within Groups	1.735	9	.193		
	Total	17.598	13			
NFE	Between Groups	2.856	4	.714	9.667	.003
	Within Groups	.665	9	.074		
	Total	3.521	13			
แคลเซียม	Between Groups	4.373	4	1.093	19.511	.000
	Within Groups	.504	9	.056		
	Total	4.877	13			
ฟอสฟอรัส	Between Groups	.907	4	.227	36.169	.000
	Within Groups	.056	9	.006		
	Total	.963	13			
ค่าพลังงาน	Between Groups	495670.489	4	123917.622	63.504	.000
	Within Groups	17561.905	9	1951.323		
	Total	513232.394	13			

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

โปรตีน

Duncan^{a,b}

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2.00	3	67.2767	
3.00	3	67.4600	
1.00	2	67.7500	
5.00	3	68.1433	68.1433
4.00	3		69.2033
Sig.		.188	.096

ไขมัน

Duncan^{a,b}

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
5.00	3	6.0633			
4.00	3		7.8967		
3.00	3			10.5833	
2.00	3			11.4033	11.4033
1.00	2				12.3000
Sig.		1.000	1.000	.168	.136

เยื่อใย

Duncan^{a,b}

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
4.00	3	.4560	
1.00	2	.6105	
2.00	3	.6377	
3.00	3	.6470	
5.00	3		1.1583
Sig.		.230	1.000

เถา

Duncan^{a,b}

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1.00	2	13.8600	15.2533	
2.00	3			
3.00	3			
4.00	3			
5.00	3			17.3800
Sig.		1.000	.235	1.000

NFEDuncan^{a,b}

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
5.00	3	.1100	
1.00	2	.3550	
4.00	3	.5233	
3.00	3	.6633	
2.00	3		1.4167
Sig.		.053	1.000

แคลเซียมDuncan^{a,b}

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1.00	2	4.1400		
2.00	3	4.5667	4.5667	
3.00	3	4.5700	4.5700	
4.00	3		4.6600	
5.00	3			5.8200
Sig.		.073	.670	1.000

ฟลฟอรัส

Duncan^{a,b}

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1.00	2	2.6500			
2.00	3	2.7967	2.7967		
3.00	3		2.9433	2.9433	
4.00	3			3.0167	
5.00	3				3.4200
Sig.		.059	.059	.307	1.000

ค่าพลังงาน

Duncan^{a,b}

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
5.00	3	4105.1333			
4.00	3		4303.7667		
3.00	3			4468.3000	
2.00	3			4498.6333	
1.00	2				4686.8500
Sig.		1.000	1.000	.443	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.727.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used.

Type I error levels are not guaranteed.

ภาคผนวก ก
ภาพการทดลอง



ภาพที่ ค-1 การทดลองเลี้ยงลูกปลานิลด้วยไข่น้ำร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปในสัดส่วนที่แตกต่างกัน



ภาพที่ ค-2 ขนาดของลูกปลานิลที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ ค-3 ไข่น้ำสด



ภาพที่ ค-4 ไข่น้ำอบแห้ง

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ – สกุล นางสาวณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์

Miss Nuttarin Sirirustananun

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 5 6701 00015 35 8

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

4. ตำแหน่งทางวิชาการ -

5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาการจัดการการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000

โทรศัพท์ 056-717151 ต่อ 3917, 095-6399090

e-mail: snuttarin@gmail.com

6. ประวัติการศึกษา

วท.บ. การประมง

มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา

วท.ม. วิทยาศาสตร์การประมง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

-

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

Genmanee, M., Sirirustananun, N. and Jarayabhand. 2010. Energy budget of the Thai abalone

Haliotis asinina reared in a semiclosed recirculating land-based system. **Journal of Shellfish Research**. 29 (3) : 637-642.

Sirirustananun, N., Chen, J.-C., Lin, Y.-C., Yeh, S.-T., Liou, C.-H., Chen, L.-L., Sim, S.S.

and Chiew, S.L. 2011. Dietary administration of a *Gracilaria tenuistipitata* extract enhances the immune response and resistance against *Vibrio alginolyticus* and white spot

syndrome virus in the white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Fish&Shellfish Immunology**. 31 : 848-855.

ณัฐรินทร์ ศิริรัตนนันท์ ชีรภาพ หมู่เจริญทรัพย์ และเกรียงยศ ไทยช้อย. 2555. ความหลากหลายชนิดของปลาในอ่างเก็บน้ำห้วยป่าแดง ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ระหว่างเดือนมิถุนายน 2555 ถึง กันยายน 2555. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ สาขาวิชาการจัดการการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. ทูลสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประเภททั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2555. 46 หน้า.

ณัฐรินทร์ ศิริรัตนนันท์. 2556. สัตว์ที่เหมาะสมของการใช้แหล่งร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเลี้ยงลูกปลานิล. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ สาขาวิชาการจัดการการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. ทูลสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประเภทนักวิจัยหน้าใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2556. 40 หน้า.

พิพัฒน์ ชนาเทพาพร และณัฐรินทร์ ศิริรัตนนันท์. 2557. ความแปรปรวนของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา และสาหร่ายลอนในแหล่งน้ำธรรมชาติของจังหวัดเพชรบูรณ์. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. ทูลสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประเภทงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2556. 49 หน้า.

ณัฐรินทร์ ศิริรัตนนันท์ และพิพัฒน์ ชนาเทพาพร. 2558. ปริมาณสารอาหารในน้ำ และการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตาในแหล่งน้ำจังหวัดเพชรบูรณ์. วารสารวิจัย และส่งเสริมวิชาการเกษตร. 32(1) : 58 – 66.

ณัฐรินทร์ ศิริรัตนนันท์ และนาฏลดดา ผักฝ้าย. 2558. สัตว์ที่เหมาะสมของการใช้แหนเล็ก (*Lemna perpusilla*) ร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเลี้ยงลูกปลานิล. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง 9(1): 1-10.

Sirirustananun, N. 2016. The suitable stocking density to growth of macroalgae *Spirogyra spp.* and its ability of ammonia nitrogen removal. **Journal of Agricultural Technology** 12(3): 533-543.

บรรณานุกรม

- เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. บทที่ 4 อาหาร และการให้อาหารสัตว์น้ำ (Aquatic Animal Feed and Feeding). [ออนไลน์]. คณะเทคโนโลยีการประมง และทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. ม.ป.ป. แหล่งที่เข้าถึง : <http://coursewares.mju.ac.th:81/e-learning47/section2/fa301/Lesson/lesson4.htm>. [18 มีนาคม 2558]
- เกวลิน หนูฤทธิ์. รายงานสถานการณ์สินค้าปลานิล และผลิตภัณฑ์ในครึ่งปีแรก พ.ศ. 2555. กรุงเทพฯ : ส่วนเศรษฐกิจการประมง กรมประมง, 2555. (อัคราณา)
- ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์, ชีรภาพ หมู่เจริญทรัพย์ และเกรียงยศ ไทยช้อย. ความหลากหลายของปลาในอ่างเก็บน้ำห้วยป่าแดง ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ระหว่างเดือนมิถุนายน 2555 ถึง กันยายน 2555. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, 2555.
- ไทยเกษตรศาสตร์. การเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (ผ่า). [ออนไลน์]. ไทยเกษตรศาสตร์. 2556. แหล่งที่เข้าถึง : www.thaikaasetart.com/การเพาะเลี้ยงไข่น้ำ-ผ่า/. [5 กุมภาพันธ์ 2558]
- นิรนาม. มาตรฐานไข่น้ำ. [ออนไลน์]. 2556. แหล่งที่เข้าถึง : pow-peaing-sufficiency-economy.blogspot.com/2013/01/blog-post_14.html. [22 มีนาคม 2558]
- นานาสาระเกษตร. การเลี้ยงไข่น้ำ. [ออนไลน์]. นานาสาระเกษตร. 2555. แหล่งที่เข้าถึง : nanasarakaset.blogspot.com/2012/03/blog-post_06.html. [22 มีนาคม 2558]
- บริษัทกรู๊ปไทยอาหารสัตว์จำกัด (มหาชน). อาหารปลานิล. [ออนไลน์]. บริษัทกรู๊ปไทยอาหารสัตว์ จำกัด (มหาชน). 2556. แหล่งที่เข้าถึง : www.ktfeedmill.co.th/nil.php. [22 มีนาคม 2558]
- ประดับ กลัดเข็มเพชร. การเพาะเลี้ยงปลานิลในกระชัง. เชียงใหม่ : วนศึกษา และพัฒนาการประมง, ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, ม.ป.ป. (อัคราณา)
- สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. อาหารสมทบ. [ออนไลน์]. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. ม.ป.ป. แหล่งที่เข้าถึง : kanchanapisek.or.th/kp6/New/Sub/book/book.php?book=7&chap=6&page=t7-6-infodetail10.html. [26 มีนาคม 2558]
- อนุภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขง. การเพาะเลี้ยงปลานิลในบ่อดิน. [ออนไลน์]. กรมประมง. 2550. แหล่งที่เข้าถึง : Thailand.gms-ain.org/Z_Show.asp?ArticleID=198 [26 มีนาคม 2558]
- Ariyaratne, M.H.S. "Potential of Duckweed (*Wolffia arrhiza*) – An Invasive Aquatic Plant as Fish Feed in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fry Rearing." **Pak. J. Weed Sci. Res.** 16 (3, 2010) : 321-333.

- Bhujel, R.C. “Tilapia Farming Faces Expansion Issues in Thailand.” **Global aquaculture advocate**. (2011).
- Bocek, A. **Introduction to Tilapia Culture**. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, Auburn University, USA : Swingle Hall, n.d.
- Chareontesprasit, N and W. Jiwyam. “An Evaluation of Wolffia Meal (*Wolffia arrhiza*) in Replacing Soybean Meal in Some Formulated Rations of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.)” **Pakistan Journal of Biological Science**. 4 (5, 2001) : 618-620.
- Department of Primary Industries. “Best Practice Environmental Management Guidelines for Recirculating Aquaculture Systems.” **Victoria Management Report Series**. 37 (2008).
- Goddard, S. **Feed Management in Intensive Aquaculture**. USA : Chapman&Hall, 1996.
- Goopy, J.P. and P.J. Murray. **A Review on the Role of Duckweed in Nutrient Reclamation and as a Source of Animal Feed**. School of Animal Studies, University of Queensland, Australia, n.d. (Typewritten)
- Jobling, M. **Fish bioenergetics**. London : Chapman&Hall, 1994.
- Josuweit, H. **World Supply and Demand of Tilapia**. Rome : FAO, 2010.
- Kpogue, D.N.S., Ayanou, G.A., Toko, I.I., Mensah, G.A. and Fiogbe, E.D. “Influence of dietary protein levels on growth, feed utilization and carcass composition of snakehead, *Parachanna obscura* (Günther, 1861) fingerlings.” **International Journal of Fisheries and Aquaculture**. 5(5, 2013) : 71-77.
- Mbagwu, I.G., Okoye, F.C., and Adeniji, H.A. “Studies on the use of duckweed (*Lemna paucicostata* Hegelm.) as fish food.” National Institute for Freshwater Fisheries Research, **Technical Report Series**. 22 (1990).
- Tavares, F.A., Rodrigues, J.R., Fracalossi, D.M., Esquivel, J. and Roubach, R. “Dried duckweed and commercial feed promote adequate growth performance of tilapia fingerlings.” **Biotemas**. 21 (3, 2008) : 91-97.